

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-197615

(43)Date of publication of application : 12.07.2002

(51)Int.Cl.

G11B 5/31

G11B 5/187

(21)Application number : 2000-394697

(71)Applicant : ALPS ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 26.12.2000

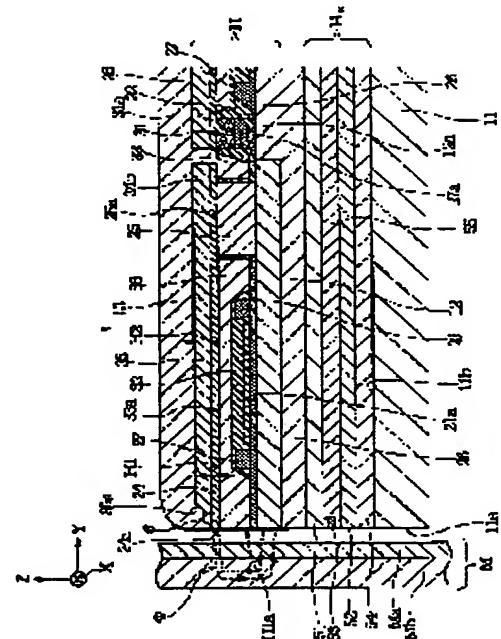
(72)Inventor : TAKAHASHI TORU
YAZAWA HISAYUKI
GOCHO HIDENORI
KOBAYASHI KIYOSHI
YAMADA MINORU
SATO KIYOSHI
WATANABE TOSHINORI

(54) PERPENDICULAR MAGNETIC RECORDING HEAD, AND ITS MANUFACTURING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a perpendicular magnetic recording head capable of suppressing the occurrence of side fringing on a recording pattern, forming a main magnetic pole layer with high pattern accuracy, forming the film of a yoke layer to be thick, and increasing passing efficiency, and its manufacturing method.

SOLUTION: A main magnetic pole layer 24 is formed on a flat insulated layer 33 and, separately from the main magnetic pole layer 24, a thick yoke layer 35 is laminated on the main magnetic pole layer 24. The front end surface 24a of the main magnetic pole layer 24 is formed in such a shape that a width dimension in a track width direction is increased as it is farther away from an auxiliary magnetic pole layer 21. Thus, a perpendicular magnetic recording head is provided, which is capable of suppressing the occurrence of fringing on a recording pattern, forming the main magnetic pole layer with high pattern accuracy, and properly guiding a recording magnetic field to the tip of the main magnetic pole layer.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.02.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 10.08.2004

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

BEST AVAILABLE COPY

[Number of appeal against examiner's decision of 2004-18509
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's 08.09.2004
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

特開2002-197615

(P2002-197615A)

(43)公開日 平成14年7月12日(2002.7.12)

(51)Int.C1.7

G11B 5/31

識別記号

5/187

F I

G11B 5/31

5/187

テ-マコ-ド(参考)

D 5D033

C 5D111

B

審査請求 未請求 請求項の数14

OL

(全22頁)

(21)出願番号

特願2000-394697(P2000-394697)

(22)出願日

平成12年12月26日(2000.12.26)

(71)出願人 000010098

アルプス電気株式会社

東京都大田区雪谷大塚町1番7号

(72)発明者 高橋 亨

東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス
電気株式会社内

(72)発明者 矢澤 久幸

東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス
電気株式会社内

(74)代理人 100085453

弁理士 野▲崎▼ 照夫

最終頁に続く

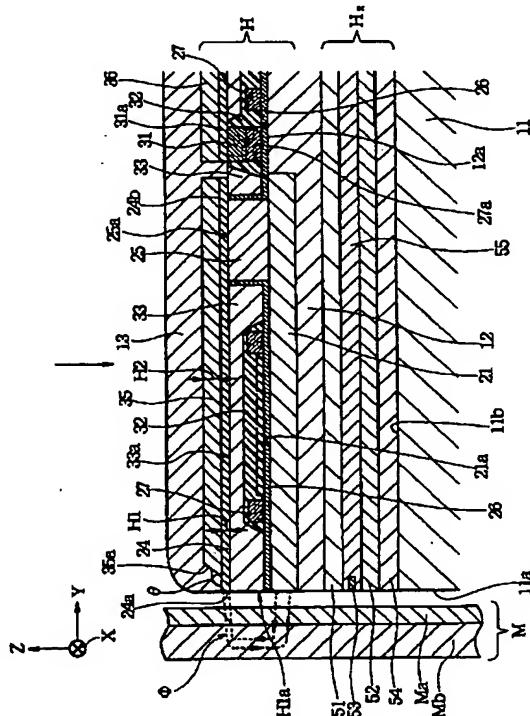
(54)【発明の名称】垂直磁気記録ヘッドおよびその製造方法

(57)【要約】

【課題】従来の垂直磁気記録方式の垂直磁気記録ヘッドでは、記録パターンにフリンジングが発生し、主磁極層をパターン精度良く形成できず、また前記主磁極層は奥側領域までほぼ均一な膜厚で形成されていたので、前記主磁極層の先端に適切に記録磁界を導くことができなかった。

【解決手段】主磁極層24は平坦化された絶縁層33上に形成され、また前記主磁極層24と別に膜厚の厚いヨーク層35が前記主磁極層24上に重ねられて形成されている。また前記主磁極層24の前端面24aは補助磁極層21から離れるにしたがってトラック幅方向への幅寸法が広がる形状で形成されている。これにより記録パターンにフリンジングが発生するのを抑制でき、さらに主磁極層をパターン精度良く形成でき、また前記主磁極層の先端に適切に記録磁界を導くことが可能な垂直磁気記録ヘッドを提供できる。

図1



【特許請求の範囲】

【請求項1】 補助磁極層と、前記補助磁極層上に形成された絶縁層と、前記絶縁層上に形成された主磁極層とが設けられ、前記絶縁層内に埋設されたコイル層から前記補助磁極層及び前記主磁極層に記録磁界が与えられることで、前記主磁極層に集中する垂直磁界によって、記録媒体に磁気データを記録する垂直磁気記録ヘッドにおいて、

前記主磁極層は平坦化面上に形成され、前記主磁極層の前端面は記録媒体との対向面に位置し、前記前端面は前記補助磁極層から離れるにしたがってトラック幅方向への幅寸法が広がる形状で形成され、且つ前記前端面の上面のトラック幅方向の幅寸法がトラック幅Twとして規制され、

前記主磁極層の膜厚よりも厚い膜厚で形成されて前記対向面と平行な断面での断面積が前記主磁極層の前端面の面積よりも大きく、且つ前端面が、前記対向面よりも奥側に位置するヨーク層が、前記主磁極層と磁気的に接続されていることを特徴とする垂直磁気記録ヘッド。

【請求項2】 前記対向面よりも奥側で前記補助磁極層上から立ち上がる接続層が形成され、

前記主磁極層は、平坦化された前記絶縁層上に形成され、前記ヨーク層は前記主磁極層上に重ねられて形成され、

前記主磁極層の基礎部、あるいは前記ヨーク層の基礎部が前記接続層に磁気的に接続される請求項1記載の垂直磁気記録ヘッド。

【請求項3】 前記主磁極層の周囲には第2の絶縁層が形成され、この第2の絶縁層の上面と主磁極層の上面は同一平面上で形成され、前記平面上にヨーク層が形成される請求項2記載の垂直磁気記録ヘッド。

【請求項4】 前記主磁極層上は、前記主磁極層の基礎部上を除いて第3の絶縁層で覆われ、前記基礎部上に前記ヨーク層が磁気的に接続されている請求項2記載の垂直磁気記録ヘッド。

【請求項5】 前記対向面よりも奥側で前記補助磁極層上から立ち上がる接続層が形成され、

前記主磁極層は、平坦化された前記絶縁層上に形成され、基礎部が前記接続層よりも前記対向面側に位置し、前記ヨーク層も前記絶縁層上に形成され、その前端面が前記主磁極層の後端面に磁気的に接続し、前記ヨーク層の基礎部が前記接続層上に磁気的に接続している請求項1記載の垂直磁気記録ヘッド。

【請求項6】 前記対向面よりも奥側で前記補助磁極層上から立ち上がる接続層が形成され、

前記ヨーク層は平坦化された前記絶縁層の上に形成され、基礎部が前記接続層上に磁気的に接続し、また前記ヨーク層の前端面と前記対向面間には第4の絶縁層が形成され、この第4の絶縁層の上面と前記ヨーク層上面は平坦化されており、

主磁極層は、前記平坦化面上で前記ヨーク層と重ねられて形成されている請求項1記載の垂直磁気記録ヘッド。

【請求項7】 前記対向面よりも奥側で前記補助磁極層上から立ち上がる接続層が形成され、平坦化された前記絶縁層上に磁性材料層が形成され、前記磁性材料層は前記対向面からハイト方向に向けて所定長さで形成される前方領域と前記前方領域の基礎からハイト方向後方に向けて形成される後方領域とで構成され、前記後方領域の基礎部が前記接続層に磁気的に接続され、

10 前記前方領域の膜厚は前記後方領域の膜厚に比べて薄く形成され、前記前方領域が前記主磁極層となっており、前記後方領域が前記ヨーク層となっている請求項1記載の垂直磁気記録ヘッド。

【請求項8】 前記主磁極層の上または下に重ねられた前記ヨーク層の前記前端面は、前記主磁極層から離れるにしたがってハイト方向に傾く傾斜面あるいは湾曲面で形成されている請求項2、3、4、6のいずれかに記載の垂直磁気記録ヘッド。

20 【請求項9】 前記主磁極層の前記前端面のトラック幅方向の両側端辺は、傾斜面、あるいは湾曲面で形成されている請求項1ないし8のいずれかに記載の垂直磁気記録ヘッド。

【請求項10】 以下の工程を有することを特徴とする垂直磁気記録ヘッドの製造方法。

(a) 磁性材料で補助磁極層を形成する工程と、(b) 前記補助磁極層上であって、記録媒体との対向面よりも奥側に接続層を形成し、次に前記対向面と接続層間に、前記補助磁極層上に絶縁下地層を介してコイル層を形成した後、前記コイル層上を絶縁層で埋める工程と、

(c) 前記絶縁層の表面を削り、前記絶縁層上面と前記接続層上面を同一面とする工程と、(d) 前記絶縁層上及び接続層上にレジスト層を形成し、次に、少なくとも前記対向面でのトラック幅方向の内幅寸法が、前記補助磁極層から離れるにしたがって広がる抜きパターンを前記レジスト層に形成する工程と、(e) 前記抜きパターン内に主磁極層をメッキ形成した後、前記レジスト層を除去する工程と、(f) 前記主磁極層よりも厚い膜厚のレジスト層を前記主磁極層上から前記絶縁層上にかけて形成し、前記レジスト層に前端面が、前記対向面よりも奥側に位置するヨーク層の抜きパターンを前記主磁極層上に形成し、あるいは前記絶縁層上であって前記主磁極層の後端面からハイト方向に向けて形成し、前記抜きパターン内にヨーク層をメッキ形成した後、前記レジスト層を除去する工程。

40 【請求項11】 前記(f)工程に代えて以下の工程を有する請求項10記載の垂直磁気記録ヘッドの製造方法。

(g) 前記主磁極層の周囲に第2の絶縁層を形成し、前記第2の絶縁層の上面と前記主磁極層の上面とを同一面上に形成する工程と、(h) 前記主磁極層よりも厚い膜

厚のレジスト層を前記主磁極層上から前記第2の絶縁層上にかけて形成し、前記レジスト層に前端面が、前記対向面よりも奥側に位置するヨーク層の抜きパターンを前記主磁極層および第2の絶縁層上に形成し、前記抜きパターン内にヨーク層をメッキ形成した後、前記レジスト層を除去する工程。

【請求項12】 前記(f)工程に代えて以下の工程を有する請求項10記載の垂直磁気記録ヘッドの製造方法。

(i) 前記主磁極層上から前記絶縁層上にかけて第3の絶縁層を形成する工程と、(j) 少なくとも前記主磁極層の基端部上に形成された前記第3の絶縁層に穴部を形成する工程と、(k) 前記第3の絶縁層上に前記主磁極層よりも厚い膜厚のレジスト層を形成した後、前端面が、前記対向面よりも奥側に位置するヨーク層の抜きパターンを形成し、前記抜きパターン内にヨーク層をメッキ形成した後、前記レジスト層を除去する工程。

【請求項13】 前記(d)工程ないし(f)工程に代えて、以下の工程を有する請求項10記載の垂直磁気記録ヘッドの製造方法。

(l) 前記絶縁層上にレジスト層を形成し、前端面が、前記対向面よりも奥側に位置するヨーク層の抜きパターンを形成し、前記抜きパターン内にヨーク層をメッキ形成した後、前記レジスト層を除去する工程と、(m) 前記ヨーク層上および前記絶縁層上に、新たに第4の絶縁層を形成し、前記第4の絶縁層を削って、前記第4の絶縁層の上面と前記ヨーク層の上面を同一面とする工程と、(n) 前記ヨーク層上、および第4の絶縁層上に、前記ヨーク層よりも薄い膜厚のレジスト層を形成し、前記ヨーク層の前端面よりも対向面側に位置する前記第4の絶縁層上のレジスト層から前記ヨーク層上のレジスト層にかけて主磁極層の抜きパターンを形成する工程と、

(o) 前記抜きパターン内に主磁極層をメッキ形成した後、前記レジスト層を除去する工程。

【請求項14】 前記(d)工程ないし(f)工程に代えて以下の工程を有する請求項10に記載の垂直磁気記録ヘッドの製造方法。

(p) 前記絶縁層上及び接続層上にレジスト層を形成し、次に、少なくとも前記対向面でのトラック幅方向の内幅寸法が、前記補助磁極層から離れるにしたがって広がる抜きパターンを前記レジスト層に形成し、さらに前記抜きパターンの基端部を前記接続層上にまで形成する工程と、(q) 前記抜きパターン内に磁性材料層をメッキ形成した後、前記レジスト層を除去する工程と、

(r) 前記磁性材料層上にレジスト層を形成し、露光現像により前記磁性材料層上の対向面側からハイト方向に所定距離だけ抜きパターンを形成し、前記抜きパターン内から露出した前記磁性材料層の一部を除去して膜厚を薄くし、この部分を主磁極層とし、前記レジスト層下に形成された磁性材料層をヨーク層とする工程。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、例えばハード面を有するディスクなどの記録媒体に対して垂直磁界を与えて記録を行う垂直磁気記録ヘッドに係り、特に記録パターンにフリンジングが発生するのを抑制すると共に主磁極層をパターン精度良く形成でき、且つヨーク層の膜厚を厚く形成でき、通過効率を向上させることができ可能な垂直磁気記録ヘッドおよびその製造方法を提供することを

10 目的としている。

【0002】

【従来の技術】 ディスクなどの記録媒体に磁気データを高密度で記録する装置として垂直磁気記録方式がある。図38は前記垂直磁気記録方式の装置に使用される垂直磁気記録ヘッドの一般的な構造を示す断面図である。

【0003】 図38に示すように、垂直磁気記録方式の垂直磁気記録ヘッドHは、記録媒体上を浮上して移動しましたは摺動するライダ1の側端面に設けられるものであり、例えばライダ1の側端面1aにおいて、前記垂直磁気記録ヘッドHは、非磁性膜2と、非磁性の被覆膜3との間に配置される。

【0004】 前記垂直磁気記録ヘッドHは、強磁性材料で形成された補助磁極層4と、前記補助磁極層4の上に間隔を開けて形成された同じく強磁性材料で形成された主磁極層5とを有しており、前記補助磁極層4の端面4aと前記主磁極層5の端面5aとが、記録媒体Mとの対向面Haに現れている。前記対向面Haよりも奥側において、前記補助磁極層4と前記主磁極層5は、磁気接続部6において磁気的に接続されている。

【0005】 前記補助磁極層4と前記主磁極層5との間には Al_2O_3 、 SiO_2 などの無機材料による非磁性絶縁層7が位置しており、前記対向面Haでは、この非磁性絶縁層7の端面7aが、前記補助磁極層4の端面4aと前記主磁極層5の端面5aとの間に現れている。

【0006】 そして、前記非磁性絶縁層7内には、 Cu などの導電性材料で形成されたコイル層8が埋設されている。

【0007】 図38に示すように、主磁極層5の端面5aの厚み hw は、補助磁極層4の端面4aの厚み hr よりも小さくなっている。また前記主磁極層5のトラック幅方向(図示X方向)の端面5aの幅寸法はトラック幅 Tw であり、この幅寸法は、前記補助磁極層4のトラック幅方向の端面4aの幅寸法よりも十分に小さくなっている。

【0008】 前記垂直磁気記録ヘッドHにより磁気記録が行われる記録媒体Mは、垂直磁気記録ヘッドHに対してZ方向へ移動するものであり、その表面にハード面Maが内方にソフト面Mbが設けられている。

【0009】 前記コイル層8に通電されることにより補助磁極層4と主磁極層5とに記録磁界が誘導されると、

補助磁極層4の端面4aと、主磁極層5の端面5aとの間での漏れ記録磁界が、記録媒体Mのハード面Maを垂直に通過し、ソフト面Mbを通る。ここで、前記のように主磁極層5の端面5aの面積が、補助磁極層4の端面4aでの面積よりも十分に小さくなっているため、主磁極層5の端面5aの対向部分で磁束中が集中し、端面5aが対向する部分での前記ハード面Maに対し、前記磁束中により磁気データが記録される。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら図38に示す従来の垂直磁気記録ヘッドHでは、以下のような問題点が発生した。

【0011】(1) 図38に示す構造では、前記非磁性絶縁層7の上面に面粗れが発生しており、この上に形成される主磁極層5のパターン精度は低下する。特に、前記対向面Haに現れている前記主磁極層5の端面5aの面積を小さくして漏れ記録磁界を集中させることが必要であり、また記録媒体Mへの高記録密度を達成するためには、前記端面5aのトラック幅Twを狭くする必要がある。

【0012】よって図38では、前記主磁極層5の端面5aのトラック幅Twをパターン精度良く狭トラック化して形成することが困難となり、高記録密度化に適切に対応することができない。

【0013】(2) 前記コイル層8から誘導された磁界を対向面Haへ導くために、前記主磁極層5の奥側の領域において、磁束を通過させる断面積を広くすることが必要である。しかし図38に示す構造では、前記主磁極層5の膜厚はハイト方向(図示Y方向)後方にかけてほぼ一定した膜厚で形成され、従って前記主磁極層5の膜厚を奥側領域で大きくできず、効果的に前記コイル層8からの誘導磁界を前記主磁極層5の先端に導くことができない。

【0014】(3) 図38のように、前記主磁極層5が単一の膜で形成されていると、前記主磁極層5の前記端面5aのトラック幅Twのみを極端に小さくすることが難しい。すなわち、レジスト層に抜きパターンを形成し、その抜きパターン内に磁性材料をメッキなどで形成して前記主磁極層5を形成する場合に、端面5aを形成する部分でのみ前記抜きパターンの幅寸法を極端に小さくすることが難しい。

【0015】(4) スライダ1がディスク状の記録媒体Mの外周と内周との間を移動する際に、記録媒体Mの回転接線方向(図示Z方向)に対して前記主磁極層5の端面5aが傾くスキューリングが発生することがある。ここで図39に示すように主磁極層5の端面5aが正方形または長方形であると、主磁極層5の端面5aが、記録媒体の回転接線方向(図示Z方向)に対してスキューリングを有すると、破線で示すように主磁極層の側辺5bがトラック幅Tw1内に斜めの漏れ磁界を与えてフリンジングF

が発生し、オフトラック性能の低下を招く。

【0016】そこで本発明は上記従来の課題を解決するものであり、前記主磁極層の端面をパターン精度良く狭トラック化に対応できる垂直磁気記録ヘッド及びその製造方法を提供することを目的としている。

【0017】また本発明は、前記主磁極層の奥側領域での膜厚を効果的に大きくすることができ、コイル層から誘導された磁束を前記主磁極層の端面に適切に導くことが可能な垂直磁気記録ヘッド及びその製造方法を提供することを目的としている。

【0018】また本発明は、記録パターンにフリンジングが発生するのを抑制でき、オフトラック性能の向上を図ることが可能な垂直磁気記録ヘッド及びその製造方法を提供することを目的としている。

【0019】

【課題を解決するための手段】本発明は、補助磁極層と、前記補助磁極層上に形成された絶縁層と、前記絶縁層上に形成された主磁極層とが設けられ、前記絶縁層内に埋設されたコイル層から前記補助磁極層及び前記主磁極層に記録磁界が与えられることで、前記主磁極層に集中する垂直磁界によって、記録媒体に磁気データを記録する垂直磁気記録ヘッドにおいて、前記主磁極層は平坦化面上に形成され、前記主磁極層の前端面は記録媒体との対向面に位置し、前記前端面は前記補助磁極層から離れるにしたがってトラック幅方向への幅寸法が広がる形状で形成され、且つ前記前端面の上面のトラック幅方向の幅寸法がトラック幅Twとして規制され、前記主磁極層の膜厚よりも厚い膜厚で形成されて前記対向面と平行な断面での断面積が前記主磁極層の前端面の面積よりも大きく、且つ前端面が、前記対向面よりも奥側に位置するヨーク層が、前記主磁極層と磁気的に接続されていることを特徴とするものである。

【0020】上記の本発明では、前記主磁極層は平坦化された絶縁層上に形成される。よって前記主磁極層をパターン精度良く形成することができ、特に前記主磁極層の前記端面の狭トラック化を適切に図ることができる。

【0021】また本発明では、前記主磁極層の前端面のトラック幅方向の寸法が、前記補助磁極層から離れるにしたがって徐々に広がる形状で形成されることにより、記録パターンにフリンジングが発生するのを適切に抑制でき、オフトラック特性の向上を図ることが可能である。

【0022】また本発明では、前記主磁極層よりも膜厚の大きいヨーク層が前記主磁極層に磁気的に接続されていることにより、前記ヨーク層から前記主磁極層に効果的に磁束を導くことができ、通過効率が良くなつて、オーバーライト特性を向上できる。

【0023】本発明では、以下に示すような具体的な構造の垂直磁気記録ヘッドを提供することができる。

【0024】まず本発明では、前記対向面よりも奥側で

前記補助磁極層上から立ち上がる接続層が形成され、前記主磁極層は、平坦化された前記絶縁層上に形成され、前記ヨーク層は前記主磁極層上に重ねられて形成され、前記主磁極層の基端部、あるいは前記ヨーク層の基端部が前記接続層に磁気的に接続されるものである。この実施形態は図1である。

【0025】また本発明では、前記主磁極層の周囲には第2の絶縁層が形成され、この第2の絶縁層の上面と主磁極層の上面は同一平面上で形成され、前記平面上にヨーク層が形成されることが好ましい。この実施形態は図11および図12である。

【0026】また本発明では、前記主磁極層上は、前記主磁極層の基端部上を除いて第3の絶縁層で覆われ、前記基端部上に前記ヨーク層が磁気的に接続されていることが好ましい。この実施形態は、図5である。

【0027】または本発明では、前記対向面よりも奥側で前記補助磁極層上から立ち上がる接続層が形成され、前記主磁極層は、平坦化された前記絶縁層上に形成され、基端部が前記接続層よりも前記対向面側に位置し、前記ヨーク層も前記絶縁層上に形成され、その前端面が前記主磁極層の後端面に磁気的に接続し、前記ヨーク層の基端部が前記接続層上に磁気的に接続しているものである。この実施形態は図2である。

【0028】または本発明では、前記対向面よりも奥側で前記補助磁極層上から立ち上がる接続層が形成され、前記ヨーク層は平坦化された前記絶縁層の上に形成され、基端部が前記接続層上に磁気的に接続し、また前記ヨーク層の前端面と前記対向面間には第4の絶縁層が形成され、この第4の絶縁層の上面と前記ヨーク層上面は平坦化されており、主磁極層は、前記平坦化面上で前記ヨーク層と重ねられて形成されているものである。この実施形態は図3および図4である。

【0029】あるいは本発明では、前記対向面よりも奥側で前記補助磁極層上から立ち上がる接続層が形成され、平坦化された前記絶縁層上に磁性材料層が形成され、前記磁性材料層は前記対向面からハイト方向に向けて所定長さで形成される前方領域と前記前方領域の基端からハイト方向後方に向けて形成される後方領域とで構成され、前記後方領域の基端部が前記接続層に磁気的に接続され、前記前方領域の膜厚は前記後方領域の膜厚に比べて薄く形成され、前記前方領域が前記主磁極層となつておらず、前記後方領域が前記ヨーク層となっているものである。この実施形態は図6である。

【0030】また本発明では、前記主磁極層の上または下に重ねられた前記ヨーク層の前記前端面は、前記主磁極層から離れるしたがってハイト方向に傾く傾斜面あるいは湾曲面で形成されていることが好ましい。

【0031】さらに本発明では、前記主磁極層の前記前端面のトラック幅方向の両側端部は、傾斜面、あるいは湾曲面で形成されていることが好ましい。

【0032】次に本発明における垂直磁気記録ヘッドの製造方法は、以下の工程を有することを特徴とするものである。

(a) 磁性材料で補助磁極層を形成する工程と、(b) 前記補助磁極層上であって、記録媒体との対向面よりも奥側に接続層を形成し、次に前記対向面と接続層間に、前記補助磁極層上に絶縁下地層を介してコイル層を形成した後、前記コイル層上を絶縁層で埋める工程と、
(c) 前記絶縁層の表面を削り、前記絶縁層上面と前記

接続層上面を同一面とする工程と、(d) 前記絶縁層上及び接続層上にレジスト層を形成し、次に、少なくとも前記対向面でのトラック幅方向の内幅寸法が、前記補助磁極層から離れるにしたがって広がる抜きパターンを前記レジスト層に形成する工程と、(e) 前記抜きパターン内に主磁極層をメッキ形成した後、前記レジスト層を除去する工程と、(f) 前記主磁極層よりも厚い膜厚のレジスト層を前記主磁極層上から前記絶縁層上にかけて形成し、前記レジスト層に前端面が、前記対向面よりも奥側に位置するヨーク層の抜きパターンを前記主磁極層上に形成し、あるいは前記絶縁層上であって前記主磁極層の後端面からハイト方向に向けて形成し、前記抜きパターン内にヨーク層をメッキ形成した後、前記レジスト層を除去する工程。

【0033】上記の製造方法により、図1あるいは図2に示す垂直磁気記録ヘッドを製造することができる。

【0034】または本発明では、前記(f)工程に代えて以下の工程を有するものであってもよい。

(g) 前記主磁極層の周囲に第2の絶縁層を形成し、前記第2の絶縁層の上面と前記主磁極層の上面とを同一面上に形成する工程と、(h) 前記主磁極層よりも厚い膜厚のレジスト層を前記主磁極層上から前記第2の絶縁層上にかけて形成し、前記レジスト層に前端面が、前記対向面よりも奥側に位置するヨーク層の抜きパターンを前記主磁極層および第2の絶縁層上に形成し、前記抜きパターン内にヨーク層をメッキ形成した後、前記レジスト層を除去する工程。

【0035】この製造方法により図11および図12に示す垂直磁気記録ヘッドを製造することができる。

【0036】または本発明では、前記(f)工程に代えて以下の工程を有するものであってもよい。

(i) 前記主磁極層上から前記絶縁層上にかけて第3の絶縁層を形成する工程と、(j) 少なくとも前記主磁極層の基端部上に形成された前記第3の絶縁層に穴部を形成する工程と、(k) 前記第3の絶縁層上に前記主磁極層よりも厚い膜厚のレジスト層を形成した後、前端面が、前記対向面よりも奥側に位置するヨーク層の抜きパターンを形成し、前記抜きパターン内にヨーク層をメッキ形成した後、前記レジスト層を除去する工程。

【0037】この製造方法により図5に示す垂直磁気記録ヘッドを製造することができる。また本発明では、前

記 (d) 工程ないし (f) 工程に代えて、以下の工程を有するものであってもよい。

(l) 前記絶縁層上にレジスト層を形成し、前端面が、前記対向面よりも奥側に位置するヨーク層の抜きパターンを形成し、前記抜きパターン内にヨーク層をメッキ形成した後、前記レジスト層を除去する工程と、(m) 前記ヨーク層上および前記絶縁層上に、新たに第4の絶縁層を形成し、前記第4の絶縁層を削って、前記第4の絶縁層の上面と前記ヨーク層の上面を同一面とする工程と、(n) 前記ヨーク層上、および第4の絶縁層上に、前記ヨーク層よりも薄い膜厚のレジスト層を形成し、前記ヨーク層の前端面よりも対向面側に位置する前記第4の絶縁層上のレジスト層から前記ヨーク層上のレジスト層にかけて主磁極層の抜きパターンを形成する工程と、(o) 前記抜きパターン内に主磁極層をメッキ形成した後、前記レジスト層を除去する工程。

【0038】この製造方法により図3または図4に示す垂直磁気記録ヘッドを製造することができる。

【0039】あるいは本発明では、前記 (d) 工程ないし (f) 工程に代えて以下の工程を有するものであってもよい。

(p) 前記絶縁層上及び接続層上にレジスト層を形成し、次に、少なくとも前記対向面でのトラック幅方向の内幅寸法が、前記補助磁極層から離れるにしたがって広がる抜きパターンを前記レジスト層に形成し、さらに前記抜きパターンの基端部を前記接続層上にまで形成する工程と、(q) 前記抜きパターン内に磁性材料層をメッキ形成した後、前記レジスト層を除去する工程と、

(r) 前記磁性材料層上にレジスト層を形成し、露光現像により前記磁性材料層上の対向面側からハイト方向に所定距離だけ抜きパターンを形成し、前記抜きパターン内から露出した前記磁性材料層の一部を除去して膜厚を薄くし、この部分を主磁極層とし、前記レジスト層下に形成された磁性材料層をヨーク層とする工程。

【0040】この製造方法により図6に示す垂直磁気記録ヘッドを製造することができる。

【0041】

【発明の実施の形態】図1は本発明の第1実施形態の垂直磁気記録ヘッドの構造を示す縦断面図である。

【0042】図1に示す垂直磁気記録ヘッドHは記録媒体Mに垂直磁界を与え、記録媒体Mのハード面Maを垂直方向に磁化するものである。

【0043】前記記録媒体Mはディスク状であり、その表面に残留磁化の高いハード面Maが、内方に磁気透過率の高いソフト面Mbを有しており、ディスクの中心が回転軸中心となって回転させられる。

【0044】前記垂直磁気記録ヘッドHのスライダ11は $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{TiC}$ などのセラミック材料で形成されており、スライダ11の対向面11aが前記記録媒体Mに対向し、記録媒体Mが回転すると、表面の空気流により

スライダ11が記録媒体Mの表面から浮上し、またはスライダ11が記録媒体Mに摺動する。図1においてスライダ11に対する記録媒体Mの移動方向は図示Z方向である。垂直磁気記録ヘッドHはスライダ11のトレーリング側端面に設けられている。

【0045】前記スライダ11の側端面11bには、 Al_2O_3 または SiO_2 などの無機材料による非磁性絶縁層54が形成されて、この非磁性絶縁層54の上に読み取り部 H_R が形成されている。

【0046】前記読み取り部 H_R は、下から下部シールド層52、ギャップ層55、磁気抵抗効果素子53、および上部シールド層51から成る。前記磁気抵抗効果素子53は、異方性磁気抵抗効果(AMR)素子、巨大磁気抵抗効果(GMR)素子、トンネル型磁気抵抗効果(TMR)素子などである。

【0047】前記上部シールド層51の上には、 Al_2O_3 または SiO_2 などの無機材料による非磁性絶縁層12が形成されて、前記非磁性絶縁層12の上に本発明の記録用の垂直磁気記録ヘッドHが設けられている。そして垂直磁気記録ヘッドHは無機非磁性絶縁材料などで形成された保護層13により被覆されている。そして前記垂直磁気記録ヘッドHの記録媒体との対向面H1aは、前記スライダ11の対向面11aとほぼ同一面である。

【0048】前記垂直磁気記録ヘッドHでは、パーマロイ($\text{Ni}-\text{Fe}$)などの強磁性材料がメッキされて補助磁極層21が形成されている前記非磁性絶縁層12は、前記補助磁極層21の下(補助磁極層21とスライダ11の側端面11bとの間)および前記補助磁極層21の周囲に形成されている。そして図1に示すように、補助磁極層21の表面(上面)21aと前記非磁性絶縁層12の表面(上面)12aとは同一の平面上に位置している。

【0049】図1に示すように、前記対向面H1aよりも奥側(ハイト方向、図示Y方向)では、前記補助磁極層21の表面21a上に $\text{Ni}-\text{Fe}$ などの接続層25が形成されている。

【0050】前記接続層25の周囲において、前記補助磁極層21の表面21aおよび前記非磁性絶縁層12の表面12a上に、 Al_2O_3 などの非磁性絶縁層26が形成されて、この非磁性絶縁層26の上にCuなどの導電性材料によりコイル層27が形成されている。このコイル層27はフレームメッキ法などで形成されたものであり、前記接続層25の周囲に所定の巻き数となるように螺旋状にパターン形成されている。コイル層27の巻き中心側の接続端27a上には同じくCuなどの導電性材料で形成された底上げ層31が形成されている。

【0051】前記コイル層27および底上げ層31は、レジスト材料などの有機材料の絶縁層32で被覆されており、さらに絶縁層33で覆われている。

【0052】前記絶縁層33は無機絶縁材料で形成され

ことが好ましく、前記無機絶縁材料としては、 Al_2O_3 、 SiO_2 、 Ta_2O_5 、 TiO 、 AlN 、 AlSiN 、 TiN 、 SiN 、 Si_3N_4 、 NiO 、 WO_3 、 BN 、 CrN 、 SiON のうち少なくとも1種以上を選択できる。

【0053】そして前記接続層25の表面(上面)25a、底上げ層31の表面(上面)31a、および絶縁層33の表面(上面)33aは、同一面となるように加工されている。このような平坦化加工は後述の製造方法で説明するように、CMP(ケミカル・メカニカル・ポリッシング)技術などを用いて行なわれる。

【0054】この第1実施形態では、前記絶縁層33の上に、主磁極層24が形成されており、前記主磁極層24の前端面24aは、前記対向面H1aと同一面とされている。また前記主磁極層24の基端部24bは前記接続層25の上面25a上に形成されて磁気的に接続された状態になっている。

【0055】図1に示すように、前記主磁極層24の上には、 NiFe 合金などのヨーク層35が重ねられて形成されている。また前記ヨーク層35の前端面35aは、前記対向面H1aよりもハイト方向奥側に位置して前記保護層13内に埋没しており、対向面H1aには現れていない。

【0056】なお本発明では前記ヨーク層35の膜厚H2は、主磁極層24の膜厚H1よりも厚く形成される。

【0057】また前記ヨーク層35の前端面35aは、下面から上面に向けてハイト方向(図示Y方向)に傾く傾斜面あるいは湾曲面で形成されている。前記ヨーク層35の上に形成される主磁極層24の下面と前記ヨーク層35の前端面35a間の外角θは90°以上であることが好ましい。これによって前記主磁極層24から前記ヨーク層35に向けて漏れる磁界を少なくでき前記主磁極層24により磁界を集中させることができるからである。

【0058】また図1に示すように、前記底上げ層31の表面31aにはリード層36が形成され、リード層36から前記底上げ層31およびコイル層27に記録電流の供給が可能となっている。なお、前記リード層36は、前記主磁極層24およびヨーク層35と同じ材料で形成でき、および主磁極層24およびヨーク層35とリード層36を、同時にメッキで形成することができる。そして、前記ヨーク層35および前記リード層36が前記保護層13に覆われている。

【0059】図1に示す垂直磁気記録ヘッドを真上から見た(矢印方向)平面図は、例えば図10のように示される。図10の平面図に示すように、前記主磁極層24は、前端面24aの上面(主磁極層24のトレーリング側の面)が微小なトラック幅Twで形成され、この幅寸法を保つてあるいは若干幅寸法が広がる幅細の前方領域24cが形成されている。またこの前方領域24cの基

端からは後方領域24dが形成されており、前記後端領域24dではトラック幅方向の寸法が漸次的に広がって形成されている。

【0060】図10に示すように前記ヨーク層35は、前記主磁極層24の後端領域24d上に重ねられて形成されている。前記ヨーク層35は、ハイト方向後方に向けてトラック幅方向への幅寸法が漸次的に広がる形状で形成されている。

【0061】なお本発明では、前記対向面H1aに露出する前記主磁極層24の前端面24aが、前記補助磁極層21の前端面21bの面積よりも大きいことが必要で、例えば図10に示すように、補助磁極層21のトラック幅方向の幅寸法Wrは、前記トラック幅Twよりも十分に大きい幅寸法で形成されることが好ましい。

【0062】なお図10に示す形状は一例に過ぎず、本発明はこの形状に限定されるものではない。すなわち本発明では、前記ヨーク層35を前記対向面H1aと平行な方向から切断したときのある断面の面積が、前記主磁極層24の前端面24aの面積よりも大きくなればよい。

【0063】ただし図10に示す構造では、前記ヨーク層35のトラック幅方向(図示X方向)への幅寸法を、前記主磁極層24の後端領域24dでのトラック幅方向の寸法と同程度あるいはそれよりも小さい幅寸法で形成することが好ましい。前記主磁極層24と絶縁層33間の段差により、前記ヨーク層35が主磁極層24よりもトラック幅方向へみ出して形成される部分ではパターン精度が低下し、前記ヨーク層35を所定形状で適切に形成できない場合があるからである。

【0064】ただし例えば図11(正面図)に示すように前記主磁極層24のトラック幅方向(図示X方向)の両側に新たに第2の絶縁層56、56を形成し、CMP技術などを用いて前記主磁極層24の上面24eと前記第2の絶縁層56の上面56aとを同一平面上に加工し、その上に前記ヨーク層35を形成する場合、図12(平面図)に示すように、前記ヨーク層35を、主磁極層24のトラック幅方向の幅寸法よりもみ出して形成することが可能になる。かかる場合、前記主磁極層24の上面24eと第2の絶縁層56の上面56aとが適切に平坦化されていることで、その上に形成されるヨーク層35をパターン精度良く形成することができる。

【0065】なお前記第2の絶縁層56は無機絶縁材料で形成されることが好ましく、前記無機絶縁材料としては、 Al_2O_3 、 SiO_2 、 Ta_2O_5 、 TiO 、 AlN 、 AlSiN 、 TiN 、 SiN 、 Si_3N_4 、 NiO 、 WO_3 、 BN 、 CrN 、 SiON のうち少なくとも1種以上を選択できる。

【0066】また図1に示す実施形態では、前記主磁極層24が前記対向面H1aから前記接続層25上にまで延ばされて形成されているが、例えば前記主磁極層24

が短く形成され、前記接続層25よりも前記対向面H1a側に基端部が位置するように形成してもよい。

【0067】かかる場合、前記主磁極層24の周囲に図11に示す第2の絶縁層56を形成し、この上にヨーク層35を形成する。また前記第2の絶縁層56には、前記接続層25上に穴部を形成し、この穴部内にも前記ヨーク層35をメッキ形成して、前記ヨーク層35と接続層25とを磁気的に接続させる。

【0068】図2は、本発明における第2実施形態の垂直磁気記録ヘッドの構造を示す縦断面図である。

【0069】図1との相違点は、主磁極層24およびヨーク層35の構造にある。前記ヨーク層35の膜厚H4が前記主磁極層24の膜厚H3より厚く形成されている点は同じであるが、前記主磁極層24は、対向面H1aからハイト方向(図示Y方向)に短く形成され、前記主磁極層24の後端面24fから前記ヨーク層35の前面35aが磁気的に接続し、前記ヨーク層35がハイト方向後方に向けて前記絶縁層33上に形成されている。そして前記ヨーク層35の基端部35bが前記接続層25の上面25aに形成され磁気的に接続された状態になっている。

【0070】図13は図2の垂直磁気記録ヘッドの平面図である。前記主磁極層24は、前面24aの上面(主磁極層24のトレーリング側の面)のトラック幅方向(図示X方向)への幅寸法が微小なトラック幅Twで形成され、この幅寸法にて、あるいはこの幅寸法からハイト方向(図示Y方向)後方にかけて若干幅寸法が広がる幅細形状で形成されている。なお図13に示すように、前記主磁極層24にはハイト方向後方に向けてトラック幅方向への幅寸法が漸次的に広がる後端領域24dが形成されていてもよい。

【0071】前記主磁極層24の後端面24fからは前記ヨーク層35が形成されており、前記ヨーク層35はハイト方向後方に向けてトラック幅方向への幅寸法が漸次的に広がって形成されている。

【0072】なお図13に示す形状は一例に過ぎず、本発明はこの形状に限定されるものではない。すなわち本発明では、前記ヨーク層35を前記対向面H1aと平行な方向から切断したときのある断面の面積が、前記主磁極層の前面24aの面積よりも大きくなればよい。

【0073】図3は本発明における第3実施形態の垂直磁気記録ヘッドの構造を示す縦断面図である。

【0074】図1との相違点は、主磁極層24およびヨーク層35の構造にある。この実施形態でもヨーク層35の膜厚H6は前記主磁極層24の膜厚H5に比べて大きくなっているが、前記ヨーク層35は前記絶縁層33の上に形成され、前記ヨーク層35の基端部35bは前記接続層25の上面25aに磁気的に接続されている。

【0075】また前記ヨーク層35の前面35aは、下面から上面に向けて前記対向面H1aに近づく傾斜面

あるいは湾曲面で形成されている。前記ヨーク層35の上に形成される主磁極層24の下面と前記ヨーク層35の前端面35a間の外角θは90°以上であることが好ましい。これによって前記主磁極層24から前記ヨーク層35に向けて漏れる磁界を少なくでき前記主磁極層24により磁界を集中させることができるからである。

【0076】図3に示すように、前記ヨーク層35の周囲は、新たな第4の絶縁層57によって埋められている。なお図3に示すようにヨーク層35の前端面35a

10 より対向面H1a側は前記第4の絶縁層57によって埋められ、前記第4の絶縁層57が前記対向面H1aから現れる。本発明では、前記第4の絶縁層57の上面と前記ヨーク層35の上面はCMP技術などを用いて平坦化加工が成されている。

【0077】前記第4の絶縁層57は無機絶縁材料で形成されることが好ましく、前記無機絶縁材料としては、AlO、Al2O3、SiO2、Ta2O5、TiO、AlN、AlSiN、TiN、SiN、Si3N4、NiO、WO、WO3、BN、CrN、SiONのうち少なくとも1種以上を選択できる。

【0078】そして本発明では前記平坦化された前記第4の絶縁層57上からヨーク層35上にかけて主磁極層24が形成されている。

【0079】図14は図3に示す垂直磁気記録ヘッドの平面図である。図14に示すように、前記ヨーク層35は、トラック幅方向への幅寸法が細くされた幅細の前方領域35cとこの基端からハイト方向後方に向けて前記幅寸法が漸次的に広がる後端領域35dとで平面形成されている。

【0080】なお前記前方領域35cのトラック幅方向への幅寸法は、トラック幅Twよりも大きく形成されている。

【0081】図14に示すように、前記第4の絶縁層57上から前記ヨーク層35上にかけて形成された主磁極層24は、前面24aが前記対向面H1aに現れ、前記前面24aの上面はトラック幅Twで形成されている。前記主磁極層24は、前記前面24aからハイト方向後方にトラック幅寸法で、あるいはそれよりもやや幅広で形成された前方領域24cと、前記前方領域24cからハイト方向後方に向けてトラック幅の寸法が漸次的に広がる後方領域24dとで平面形成されている。

【0082】なお図14に示す形状は一例に過ぎず、本発明はこの形状に限定されるものではない。すなわち本発明では、前記ヨーク層35を前記対向面H1aと平行な方向から切断したときのある断面の面積が、前記主磁極層の前面24aの面積よりも大きくなればよい。

【0083】例えば前記ヨーク35に幅細の前方領域35cは形成されず、後方領域35dのみで形成されてもよいし、また主磁極層24には、漸次的に幅寸法が広がる後方領域24dが形成されず、一点鎖線で示され

るよう幅細の領域が後方にまで延ばされて形成されていてもよい。

【0084】図4は本発明における第4実施形態の垂直磁気記録ヘッドの構造を示す縦断面図である。

【0085】図3との違いは主磁極層24が前記対向面H1aからハイト方向後方に短い長さで形成されている点だけである。

【0086】図15は図4に示す垂直磁気記録ヘッドの平面図である。図15に示すように、前記主磁極層24は、前記ヨーク層35の上面と同一平坦面にされた第4の絶縁層57上から前記ヨーク層35上にかけて短い長さで形成されている。前記主磁極層24は、その前面24aの上面のトラック幅方向の長さが微小なトラック幅Twで形成され、この幅寸法を保つてあるいはこの幅寸法よりもやや幅広になってハイト方向後方に向けて形成されている。図15に示すヨーク層35には図14に示すような幅細の前方領域35cが形成されていないが、形成されていてもかまわない。図15では前記ヨーク層35はトラック幅方向の幅寸法が漸次的に広がる形状で形成されている。

【0087】図16は図4に示す垂直磁気記録ヘッドの別の平面図であり、図15との違いは前記主磁極層24は、幅細の前方領域24cとその基端からトラック幅方向への幅寸法が漸次的に広がる後方領域24dとで構成されている点である。これにより前記ヨーク層35から主磁極層24への磁束の導入を良好にすることができる、効果的に高記録密度化を図ることが可能な垂直記録磁気ヘッドを製造することが可能である。

【0088】なお図15および図16に示す形状は一例に過ぎず、本発明はこの形状に限定されるものではない。すなわち本発明では、前記ヨーク層35を前記対向面H1aと平行な方向から切断したときのある断面の面積が、前記主磁極層の前面24aの面積よりも大きくなればよい。

【0089】図5は本発明における第5実施形態の垂直磁気記録ヘッドの構造を示す縦断面図である。

【0090】図5に示す垂直磁気記録ヘッドと図1とは、主磁極層24およびヨーク層35の構造が異なる。

【0091】図5に示す構造でも、ヨーク層35の膜厚H8は主磁極層24の膜厚H7よりも大きく形成されているが、前記主磁極層24は前記絶縁層33の上面33aであって、前記対向面H1aからハイト方向(図示Y方向)後方に短い長さで形成されている。さらに前記主磁極層24の後端面からハイト方向に少し距離をおいて、新たに第3の絶縁層58が前記絶縁層33上に重ねて形成されているが、前記第3の絶縁層58は前記接続層25上、および底上げ層31上には形成されていない。

【0092】前記58は無機絶縁材料で形成されことが好ましく、前記無機絶縁材料としては、AlO、Al

zO_3 、 SiO_2 、 Ta_2O_5 、 TiO 、 AlN 、 AlSiN 、 SiN 、 Si_3N_4 、 NiO 、 WO 、 WO_3 、 BN 、 CrN 、 SiON のうち少なくとも1種以上を選択できる。

【0093】また前記第3の絶縁層58の一部は、前記主磁極層24の上にも形成されているが、前記主磁極層24の基端部24b上には形成されていない。前記主磁極層24上に形成された前記第3の絶縁層58は後述の製造方法で説明するように、ヨーク層33の周囲に形成されたメッキ下地層を除去する際のエッチングから前記主磁極層24を保護する役割を有する。

【0094】前記主磁極層24よりもハイト方向後方に形成された第3の絶縁層58上にはヨーク層35が形成されている。前記ヨーク層35の前方は前記第3の絶縁層58に形成された穴部58aから露出する前記主磁極層24の基端部24b上に形成されて前記主磁極層24に磁気的に接続された状態になっている。

【0095】前記ヨーク層35の前面35aは、対向面H1aよりも奥側に形成され、前記前面35aよりも対向面H1a側は、保護層13によって埋められた状態になっている。また前記前面35aは図5に示すように、下面から上面にかけてハイト方向に向けて深くなる傾斜面あるいは湾曲面で形成されていることが、前記主磁極層24から前記ヨーク層35に磁界が漏れることを抑制できて好ましい。

【0096】前記前面35aと下面間の外角θは、90°以上であることが好ましい。また前記ヨーク層35の基端部35bは前記接続層25上に形成されて磁気的に接続された状態になっている。

【0097】また前記ヨーク層35と同一工程で形成されたリード層36は、前記底上げ層31上に形成されている。

【0098】図17は図5に示す垂直磁気記録ヘッドの平面図である。図17に示すように、前記主磁極層24は、前面24aの上面のトラック幅方向の幅寸法がトラック幅Twの微小な寸法で形成され、この幅寸法を保つて、あるいはハイト方向に向けてやや幅広となる前方領域24cと、この基端からトラック幅方向への幅寸法が漸次的に広がる後方領域24dとで構成されている。あるいは一点鎖線に示すように、前記主磁極層24はトラック幅Twを保つて、あるいはハイト方向に向けてやや幅広となる前方領域のみで構成されていてもよい。

【0099】図17に示すように、前記主磁極層24の基端部24b上に磁気的に接続したヨーク層35は、ハイト方向後方に向けて漸次的にトラック幅方向の寸法が広がる形状で形成されている。なお前記ヨーク層35の前面対向面H1a側には、図14などで示した幅細の前方領域35cが形成されていてもかまわない。

【0100】なお図17に示す形状は一例に過ぎず、本発明はこの形状に限定されるものではない。すなわち本

発明では、前記ヨーク層35を前記対向面H1aと平行な方向から切断したときのある断面の面積が、前記主磁極層の前端面24aの面積よりも大きくなればよい。

【0101】図6は本発明における第6実施形態の垂直磁気記録ヘッドの構造を示す縦断面図である。

【0102】図1との違いは、主磁極層24とヨーク層35の構造にある。図6では、前記主磁極層24の部分と前記ヨーク層35の部分とが一体化した磁性材料層69が前記絶縁層33上に形成されている。図6に示すように前記磁性材料層69は、前記対向面H1aからハイト方向後方に所定の長さまで前方領域の主磁極層24と前記前方領域の基端からハイト方向に向けて形成される後方領域のヨーク層35とで構成される。前記ヨーク層35となる後方領域の基端部35bは前記接続層25の上面25aに形成され磁気的に接続された状態になっている。

【0103】この実施形態では図6に示すように前記ヨーク層35の膜厚H10は前記主磁極層24の膜厚H9よりも厚く形成されている。

【0104】図18は図6に示す垂直磁気記録ヘッドの平面図である。図18に示すように、主磁極層24の前端面24aの上面はトラック幅方向の幅寸法が微小なトラック幅Twで形成されている。この幅寸法を保つてあるいはハイト方向に向けてやや幅広となる前方領域24cが形成され前記前方領域24cが主磁極層24となっている。そして前記前方領域24cの基端からハイト方向にかけてトラック幅方向の幅寸法が漸次的に広がるヨーク層35となる後端領域が一体化して形成されている。

【0105】以上、図1ないし図6に示す本発明の実施形態の構造を説明したが、本発明における特徴点をまとめると次の通りである。

【0106】(1) 上記いずれの実施形態においても前記主磁極層24は平坦化された面上に形成されている。図1、図2、図5および図6は、絶縁層33上に形成され、前記絶縁層33の上面33aはCMP技術などによる研磨加工によって平坦化されている。また図3および図4では、第4の絶縁層57およびヨーク層35上に形成され、前記第4の絶縁層57およびヨーク層35の上面はCMP技術などの研磨加工によって平坦化されている。

【0107】このように本発明ではいずれの実施形態でも前記主磁極層24は平坦化面上に形成されているため、前記主磁極層24を形成する際のパターン精度を向上させることができ、前記主磁極層24の特に前端面24aの上面を微小なトラック幅Twで正確にしかも容易に形成することができる。したがって本発明では狭トラック化に適切に対応することができ、今後の高記録密度化に対応可能な垂直磁気記録ヘッドを製造することが可能である。なお本発明では前記トラック幅Twは0.7

μm以下であることが好ましく、より好ましくは0.5 μm以下である。

【0108】(2) 本発明ではいずれの実施形態でもヨーク層35の膜厚を主磁極層24の膜厚よりも厚く形成することができる。図1ないし図5に示す実施形態では、いずれも主磁極層24とヨーク層35とが別々に形成されている。このように主磁極層24とヨーク層35との製造工程を別工程とすることにより、容易に膜厚の薄い主磁極層24と膜厚の厚いヨーク層35を形成することができ、よって前記主磁極層24の前端面24aよりも十分に大きい断面積を有する前記ヨーク層35を形成できる。従って前記ヨーク層35から前記主磁極層24に適切に記録磁界を導くことができ、磁束の通過効率が良くなって、オーバーライト特性を向上できる。

【0109】また図6に示す実施形態では、主磁極層24とヨーク層35とが一体に形成されているが、この実施形態においても、前記ヨーク層35と主磁極層24間に段差を設けることで、前記ヨーク層35の膜厚を前記主磁極層24の膜厚よりも厚く形成することが可能である。なお製造方法については後述する。

【0110】(3) 図1ないし図5に示す実施形態では、いずれも主磁極層24およびヨーク層35が別々に形成されているため、主磁極層24のトラック幅寸法を、前記ヨーク層35の幅寸法と別のものとして設定できる。

【0111】すなわち従来のように主磁極層24とヨーク層35とが一体化された形状であると、トラック幅Twで形成された主磁極層24のハイト方向への長さ寸法ができる限り短くし、前記対向面H1aからハイト方向へそれほど距離が離れていない位置に幅広のヨーク層35を形成する方が、前記主磁極層24の磁気飽和を防いで、前記主磁極層24に磁束を集約させることができ高記録密度を得ることが可能になる。

【0112】しかし前記主磁極層24のハイト方向への長さ寸法を短くしすぎると、パターン精度の問題から、前記主磁極層24の前端面24aの幅寸法を所定のトラック幅Twで規定しづらく、トラック幅Twや主磁極層24の形状のばらつきが発生しやすくなる。

【0113】これに対し本発明のように主磁極層24とヨーク層35とを別々に形成する場合、例えば図12や図17に示すように、前記主磁極層24のトラック幅Twで形成された幅細の前方領域24cを長く形成しても、前記ヨーク層35を前記主磁極層24の前方領域24c上や下に重ねあわせ、前記ヨーク層35を前記対向面H1a側に近づけて形成することができる。磁束の集約を図ることができると共に、前記主磁極層24をパターン精度良く、所定のトラック幅Twで形成することができる。また主磁極層24およびヨーク層35の設計の自由度が増す。

【0114】よって上記の観点からすれば図1の場合、

図10に示すように、主磁極層24に形成された幅広の後方領域24d上にヨーク層35を形成するときは、前記主磁極層24の前方領域24cをL1に短くしなければならず、トラック幅Twや形状にばらつきが発生しやすくなる。このため図11および図12に示すように、前記主磁極層24の周囲を第2の絶縁層56で埋めてしまい、CMP技術によって前記主磁極層24および第2の絶縁層56を平坦化すれば、ヨーク層35を平坦化された第2の絶縁層56上に形成することが可能になるので、図12に示すように、主磁極層24の前方領域24c上にヨーク層35を重ねあわせることができ、よって前記主磁極層24の前方領域24cをL2に長く延ばしてパターン精度を向上させ、所定のトラック幅Twで形成することが可能になる。

【0115】(4) 本発明のいずれの実施形態でも、図7および図8(いずれも正面図)に示すように、主磁極層24の前端面24aの側辺24g、24gが下面から上面に向けてトラック幅方向(図示X方向)への幅寸法が広がる傾斜面あるいは湾曲面となっている。そして前記主磁極層24の前端面24aの上面(主磁極層24のトレーリング側の端面)がトラック幅Twとして規制される。

【0116】このように前記主磁極層24の前端面24aの側辺24g、24gが傾斜面あるいは湾曲面とされ、前記前端面24aの形状が略逆台形状であると、前記磁録媒体が図示Z方向に走行し記録を行った時、図9の破線で示すようにスキー角を生じたとしても、(i)で示す前記側辺24gが記録トラック幅Tw1から側方へ斜めに大きくはみ出すことがない。よって前記側辺24gによるフリンジングを防止できるようになり、オフトラック性能の向上を図ることができる。

【0117】また図7および図8の点線に示すように、前記主磁極層24の下面両側に形成されている絶縁層33、57の上面33a、57bは、主磁極層24から離れるにしたがって下面方向へ傾斜、あるいは湾曲しているが、これは、前記主磁極層24下以外の前記絶縁層33、57上に形成された余分なメッキ下地層71を除去する際のエッチングの影響によるものである。

【0118】(5) 図1ないし図5に示す実施形態のように主磁極層24とヨーク層35とを別々に形成する場合、主磁極層24を前記ヨーク層35よりも高い飽和磁束密度を有する磁性材料で形成することが可能である。

【0119】これにより前記ヨーク層35よりもトラック幅方向の断面積が小さい前記主磁極層24の前端面24aから記録媒体Mのハード面Maに対し密度の高い磁束中を垂直方向に与えることが可能になり、オーバーライト特性を向上させることができる。

【0120】この垂直磁気記録ヘッドHでは、リード層36を介してコイル層27に記録電流が与えられると、コイル層27を流れる電流の電流磁界によって補助磁極

層21とヨーク層35に記録磁界が誘導される。各実施形態に示すように、対向面H1aでは、前記主磁極層24の前端面24aと補助磁極層21の前端面21bからの漏れ記録磁界が、記録媒体Mのハード面Maを貫通しソフト面Mbを通過する。前記主磁極層24の前端面24aの面積が補助磁極層21の前端面21bの面積よりも十分に小さいために、前記主磁極層24の前端面24aに漏れ記録磁界の磁束中が集中し、この集中している磁束中により前記ハード面Maが垂直方向へ磁化され、磁気データが記録される。

【0121】次に各実施形態の垂直磁気記録ヘッドの製造方法について以下に説明する。図19ないし図21は各実施形態の共通の製造工程である。なお図19から図32に示す工程図は垂直磁気記録ヘッドの縦断面図を示している。

【0122】図19に示す工程では、非磁性絶縁層12上に磁性材料製の補助磁極層21を形成した後、前記補助磁極層21のハイト方向後方も前記非磁性絶縁層12で埋め、さらに前記補助磁極層21および非磁性絶縁層12の上面をCMP技術などを用いて平坦化加工する。

【0123】次に前記補助磁極層21のハイト方向後方に、磁性材料製の接続層25をメッキ形成し、さらに前記補助磁極層21上面から接続層25の上面にかけて無機絶縁材料をスパッタして非磁性絶縁層26を形成する。

【0124】次に図20に示すように前記非磁性絶縁層26の上にフレームメッキ法によりコイル層27を形成し、さらに底上げ層31を同じくメッキにより形成する。このときコイル層27は、前記接続層25の高さよりも十分に低い位置に形成する。そして前記コイル層27と底上げ層31を有機材料の絶縁層32で覆い、さらに、無機絶縁材料をスパッタして、全ての層を覆う絶縁層33を形成する。

【0125】次に、図20の状態に成膜された各層に対して、図示上方からCMP技術などを用いて研磨加工を行なう。この研磨加工は、前記絶縁層33、接続層25および底上げ層31の全てを横断する水平面(L-L面)の位置まで行なう。

【0126】前記研磨加工の結果、図21に示すように、接続層25の表面25a、絶縁層33の表面33aおよび底上げ層31の表面31aが全て同一面となるように加工される。

【0127】ここまでが各実施形態において共通する製造工程である。次に図1に示す構造の垂直磁気記録ヘッドの製造方法について説明する。

【0128】図22に示す工程では、まず前記絶縁層33の上面33a、接続層25の上面25a、および底上げ層31の上面31aの全体にレジスト層60を形成し、露光現像により、主磁極層24の抜きパターン60aを形成する。前記抜きパターン60aを、記録媒体と

の対向面H 1 aから、前記接続層2 5の上面2 5 aにまで形成する。また前記底上げ層3 1の上面3 1 aからハイト方向(図示Y方向)後方にかけても抜きパターンを形成する。そして前記抜きパターン6 0 a内に、主磁極層2 4をメッキ形成し、その後前記レジスト層6 0を除去する。これにより前記対向面H 1 aから接続層2 5まで延びる主磁極層2 4が形成される。なお前記主磁極層2 4形成時のメッキ下地層(図示しない)が絶縁層3 3の全面に敷かれているので、前記主磁極層2 4の下に形成された前記メッキ下地層を残して他のメッキ下地層をエッチングで除去する。このとき、前記主磁極層2 4も一部削られるが、これにより前記主磁極層2 4の上面(トレーリング側の端面)のトラック幅Twは狭くなり、狭トラック化に対応可能な垂直磁気記録ヘッドを製造することが可能になる。

【0129】次に、図2 3に示す工程では、前記主磁極層2 4上及び絶縁層3 3上の全面にレジスト層6 1を形成する。前記レジスト層6 1は前記主磁極層2 4よりも厚い膜厚とする。その後、露光現像により、ヨーク層3 5の抜きパターン6 1 aを形成する。このとき、前記抜きパターン6 1 aの前端面6 1 bは、記録媒体との対向面H 1 aよりもハイト方向後方に位置するようになる。そして前記抜きパターン6 1 a内にヨーク層3 5をメッキ形成し、その後前記レジスト層6 1を除去する。これによって前記主磁極層2 4よりも厚い膜厚のヨーク層3 5が前記主磁極層2 4の上に重ねられる。

【0130】なお図1 0のように、前記ヨーク層3 5を主磁極層2 4上にのみ形成する場合は、前記メッキ下地層は必要ないので、前記メッキ下地層の除去工程は必要ない。

【0131】また図1 1および図1 2の場合は、前記主磁極層2 4の周囲を無機絶縁材料の第2の絶縁層5 6で覆った後、C M P技術を用いて前記主磁極層2 4の上面及び前記第2の絶縁層5 6の上面を同一平坦化面に加工する。その後、図2 3の工程に示すように、前記主磁極層2 4上にヨーク層3 5を重ねてメッキ形成する。このとき前記ヨーク層3 5のトラック幅方向における幅寸法が前記主磁極層2 4と重ねられた位置での前記主磁極層の幅寸法より幅広であってもよい。またかかる場合、図2 2工程時に示すように、前記主磁極層2 4を接続層2 5上にまで長く延ばして形成する必要はなく、前記主磁極層2 4を短い長さ寸法で形成できる。またこの場合、前記ヨーク層3 5の基端部3 5 bを前記接続層2 5の上面2 5 aに形成し、前記ヨーク層3 5の基端部3 5 bと接続層2 5とを磁気的に接続させる。

【0132】なお図2 3に示すように、前記抜きパターン6 1 aの前端面6 1 bよりも対向面H 1 a側に残されたレジスト層6 1は、その後端面6 1 cが、下面から上面にかけてハイト方向に徐々に深くなる傾斜面、あるいは湾曲面で形成されているが、これは、レジスト層6 1

の種類を変え、露光現像された部分を残し、露光現像されていない部分を除去できるレジスト層6 1を用いることによって達成できる。またこれにより前記ヨーク層3 5の前端面3 5 aを下面から上面にかけてハイト方向(図示Y方向)に傾く傾斜面あるいは湾曲面に形成できる。

【0133】上記工程により図1に示す垂直磁気記録ヘッドが完成する。図2 4及び図2 5は図2に示す垂直磁気記録ヘッドの製造方法の一工程図である。

10 【0134】図2 4に示す工程では、前記絶縁層3 3の上面3 3 a、接続層2 5の上面2 5 a、および底上げ層3 1の上面3 1 aの全体にレジスト層6 2を形成し、露光現像により、主磁極層2 4の抜きパターン6 2 aを形成する。前記抜きパターン6 2 aを前記対向面H 1 aからハイト方向(図示Y方向)後方に短い長さで形成する。そして前記抜きパターン6 2 a内に主磁極層2 4をメッキ形成した後、前記レジスト層6 2を除去する。

【0135】次に図2 5に示す工程では、前記主磁極層2 4上、および絶縁層3 3上の全面にレジスト層6 3を

20 形成した後、前記レジスト層6 3にヨーク層3 5の抜きパターン6 3 aを形成する。なお前記レジスト層6 3の膜厚を前記主磁極層2 4の膜厚よりも厚く形成する。また前記レジスト層6 3の抜きパターン6 3 aの前端面6 3 bが、前記主磁極層2 4の後端面2 4 fに位置するようになる。さらに前記抜きパターン6 3 aを接続層2 5上にまで形成する。そして前記抜きパターン6 3 a内にヨーク層3 5をメッキ形成し、その後、前記レジスト層6 3を除去する。

30 【0136】これにより、前記主磁極層2 4の後端面2 4 fから前記主磁極層2 4よりも膜厚の大きいヨーク層3 5を形成することができる。また前記ヨーク層3 5は前記接続層2 5上に磁気的に接続されている。なおメッキ下地層(図示しない)が絶縁層3 3の全面に敷かれているので、前記主磁極層2 4の下に形成された前記メッキ下地層を残して他のメッキ下地層をエッチングで除去する。このとき、前記主磁極層2 4も一部削られるが、これにより前記主磁極層2 4のトラック幅Twは狭くなり、狭トラック化に対応可能な垂直磁気記録ヘッドを製造することが可能になる。

40 【0137】またこの製造方法では、前記メッキ下地層の除去工程は、ヨーク層3 5形成後の一回で済み、製造工程を簡略化できると共に、主磁極層2 4は1回のエッチング工程に曝されるだけなので、前記主磁極層2 4の高さ寸法を大きく保ちながら狭トラック化を実現することができる。

【0138】上記工程により図2に示す垂直磁気記録ヘッドが完成する。図2 6ないし図2 8に示す工程は図3、4に示す垂直磁気記録ヘッドの製造工程を示す一工程図である。

50 【0139】図2 6に示す工程では、前記絶縁層3 3の

上面33a、接続層25の上面25a、および底上げ層31の上面31aの全体にレジスト層64を形成し、露光現像により、ヨーク層35の抜きパターン64aを形成する。

【0140】図26に示すように前記抜きパターン64aの前端面64bを前記対向面H1aよりもハイト方向奥側に形成する。また前記前端面64bと前記対向面H1a間に残されたレジスト層64の後端面64cは、下面から上面にかけて前記対向面H1a側に傾く傾斜面となっているが、この傾斜面は前記レジスト層64に熱処理を施し、だれを発生させることにより形成することができる。また前記抜きパターン64aを前記接続層25上にまで形成する。

【0141】そして前記抜きパターン64a内にヨーク層35をメッキ形成し、その後前記レジスト層64を除去する。これによって前端面35aが前記対向面H1aよりもハイト方向奥側に位置する前記ヨーク層35を形成することができる。また前記前端面35aは下面から上面にかけてハイト方向後方に傾く傾斜面あるいは湾曲面であることが好ましい。また前記傾斜面35aと上面間の外角θは90°以上であることが好ましい。また前記ヨーク層35は前記接続層25上に磁気的に接続された状態になっている。

【0142】なお前記レジスト層63を除去した後、前記ヨーク層35の下以外の部分に形成されたメッキ下地層(図示しない)をエッチングで除去する。

【0143】次に図27に示す工程では、前記ヨーク層35上及び絶縁層33上に、無機絶縁材料による第4の絶縁層57を形成する。さらに図27に示すM-M線から前記第4の絶縁層57をCMP技術により研磨加工し、これにより前記第4の絶縁層57の上面とヨーク層35の上面とを同一平坦化面にできる。

【0144】次に図28に示す工程では、前記第4の絶縁層57の上、および前記ヨーク層35の上にレジスト層65を形成し、前記レジスト層65に主磁極層24の抜きパターン65aを形成する。

【0145】図28に示すように、前記レジスト層65の膜厚を、前記ヨーク層35の膜厚よりも小さくし、しかも前記レジスト層65の抜きパターン65aの前端面65bを、対向面H1aと同一面となるように形成する。前記抜きパターン65aの後端面65cに関しては、図28のように、ヨーク層35の後端面と同一面上にまで形成すれば、主磁極層24の形状を図3のように形成でき、また前記抜きパターン65の後端面65cを対向面H1a側に短く形成すれば、前記主磁極層24の形状を図4のように形成できる。

【0146】そして前記抜きパターン26内に主磁極層24をメッキ形成し、その後前記レジスト層65を除去する。これにより、前端面24aが対向面H1aに現れ、膜厚がヨーク層35よりも薄い主磁極層24を前記

ヨーク層35の上に重ねて形成することができる。

【0147】なお前記主磁極層24のメッキ下地層(図示しない)が第4の絶縁層57およびヨーク層35の全面に敷かれているので、前記主磁極層24の下に形成された前記メッキ下地層を残して他のメッキ下地層をエッチングで除去する。このとき、前記主磁極層24も一部削られるが、これにより前記主磁極層24のトラック幅Twは狭くなり、狭トラック化に対応可能な垂直磁気記録ヘッドを製造することができる。

【0148】上記の工程により図3あるいは図4に示す垂直磁気記録ヘッドが完成する。次に図5に示す垂直磁気記録ヘッドの製造方法について図29ないし図32の工程図を用いて説明する。

【0149】図29に示す工程では、前記絶縁層33の上面33a、接続層25の上面25a、および底上げ層31の上面31aの全体にレジスト層66を形成し、露光現像により、主磁極層24の抜きパターン66aを形成する。前記抜きパターン66aを前記対向面H1aからハイト方向(図示Y方向)後方に短い長さで形成する。そして前記抜きパターン66a内に主磁極層24をメッキ形成した後、前記レジスト層66を除去する。なおメッキ下地層(図示しない)が絶縁層33の全面に敷かれているので、前記主磁極層24の下に形成された前記メッキ下地層を残して他のメッキ下地層をエッチングで除去する。このとき、前記主磁極層24も一部削られるが、これにより前記主磁極層24のトラック幅Twは狭くなり、狭トラック化に対応可能な垂直磁気記録ヘッドを製造することができる。

【0150】次に図30に示す工程では、前記主磁極層24上、および絶縁層33上の全面にAl₂O₃やSiO₂などの無機絶縁材料による薄い膜厚の第3の絶縁層58を形成する。

【0151】次に図31に示す工程では、レジスト層(図示しない)を用いて、前記第3の絶縁層58の一部を除去して穴部58a、58bを形成する。一方の前記穴部58aを前記主磁極層24の基礎部24b上に形成する。また他方の穴部58bを、接続層25上に形成する。

【0152】次に図32に示す工程では、前記主磁極層24よりも厚い膜厚のレジスト層67を前記第3の絶縁層58上に形成し、前記レジスト層67にヨーク層35の抜きパターン67aを露光現像により形成する。

【0153】図32に示すように、前記抜きパターン67aの前端面67bを、対向面H1aよりもハイト方向奥側に形成し、また前記抜きパターン67aを前記接続層25上にまで延ばして形成する。

【0154】なお図32に示すように、前記抜きパターン67aの前端面67bよりも対向面H1a側に残されたレジスト層67は、その後端面67cが、下面から上面にかけてハイト方向に徐々に深くなる傾斜面、あるいは

は湾曲面で形成されているが、これは、レジスト層67の種類を変え、露光現像された部分を残し、露光現像されていない部分を除去できるレジスト層67を用いることによって達成できる。

【0155】そして前記抜きパターン67a内にヨーク層35をメッキ形成し、前記レジスト層67を除去する。これにより前記前端面35aがハイト方向奥側に位置し、前記主磁極層24よりも膜厚の厚いヨーク層35を形成することができる。

【0156】なお図32のように、前記ヨーク層35は前記主磁極層24の基端部24b上と接続層25上にそれぞれ磁気的に接続されている。また前記レジスト層67を除去した後、前記ヨーク層35の下以外の部分に形成されたメッキ下地層（図示しない）をエッティングで除去する。このとき前記主磁極層24の上面は第3の絶縁層58によって保護されているので、前記エッティング工程で前記主磁極層24が削られることを回避できる。

【0157】上記の工程により図5に示す垂直磁気記録ヘッドが完成する。次に図6に示す垂直磁気記録ヘッドの製造方法について図33および図34を用いて説明する。

【0158】図33に示す工程では、前記絶縁層33の上面33a、接続層25の上面25a、および底上げ層31の上面31aの全体にレジスト層68を形成し、露光現像により、磁性材料層69の抜きパターン68aを形成する。図33に示すように前記抜きパターン68aの前端面68bを前記対向面H1aと同一面上に形成し、また前記抜きパターン68aを前記接続層25上にまで延ばして形成する。

【0159】そして前記抜きパターン68a内に磁性材料層69をメッキ形成し、前記レジスト層68を除去する。なおメッキ下地層（図示しない）が絶縁層33の全面に敷かれているので、前記磁性材料層69の下に形成された前記メッキ下地層を残して他のメッキ下地層をエッティングで除去する。

【0160】図33に示すように前記磁性材料層69はその前端面69aが前記対向面H1aに現れ、また基端部69bが前記接続層25上に磁気的に接続された状態になっている。

【0161】次に図34に示す工程では、前記磁性材料層69上にレジスト層70を形成し、露光現像によって前記磁性材料層69の前方上に主磁極層24形成のための抜きパターン70aを形成する。

【0162】次に前記抜きパターン70a下で露出する磁性材料層69の一部をエッティングにて除去する（点線部分）。これにより前記抜きパターン70a下に残された磁性材料層69の膜厚は薄くなり、この部分が主磁極層24となり、エッティングされず膜厚の厚い磁性材料層69はヨーク層35となり、前記主磁極層24とヨーク層35とが一体化された図6の垂直磁気記録ヘッドが完

成する。なおこの製造方法では、膜厚の厚い磁性材料層69を形成した後、磁性材料層69の下以外のメッキ下地層を予め除去しているので、例えば図29ないし図32の製造工程のように、ヨーク層35形成のエッティング工程で主磁極層24が削られないように前記主磁極層24を保護するための第3の絶縁層58が必要ないなど、製造工程を簡略化することが可能である。

【0163】上記したいたずれの製造方法でも、前記主磁極層24を平坦化面上に形成できるので、前記主磁極層24をバターン精度良く形成でき、またメッキ下地層を除去する際のエッティングにより前記主磁極層24のトラック幅Twを小さくでき、今後の高記録密度化に伴う狭トラック化に対応可能な垂直磁気記録ヘッドを製造できる。

【0164】また図22ないし図32に示す工程では、主磁極層24とヨーク層35とを別工程で形成できるから、前記ヨーク層35形成時の膜厚を主磁極層24形成時の膜厚よりも厚くして前記ヨーク層35の膜厚を主磁極層24の膜厚よりも容易に大きく形成できる。また図33および34に示すように主磁極層24とヨーク層35とを一体形成する場合も、本発明の製造方法を用いれば、前記主磁極層24の膜厚よりも前記ヨーク層35の膜厚を厚くできる。

【0165】さらに前記主磁極層24とヨーク層35とを別々の工程で製造することで、主磁極層24のトラック幅Twを、前記ヨーク層35の幅寸法と別のものとして設定でき、特に図1、3、4のように主磁極層24とヨーク層35とを上下で重ねあわせる構造の場合、前記ヨーク層35を自由に対向面H1aに近い位置に形成できるため、従来よりも前記主磁極層24のハイト方向への長さ寸法を長く形成でき、前記主磁極層24を所定のトラック幅Twで、しかも形状にばらつき無く形成できる。

【0166】以上のように図1ないし図6に示す垂直磁気記録ヘッドの製造方法について説明したが、以下では、本発明における前記主磁極層24の前端面24aの形成方法について説明する。図35ないし図37は正面図であり、代表的に図1の垂直磁気記録ヘッドの製造工程（図22）を用いて説明するが、図2ないし図6のいずれの垂直磁気記録ヘッドの製造工程にも適用できる。

【0167】図35は図22に示す製造工程時の垂直磁気記録ヘッドの部分正面図である。図22に示す工程では、前記主磁極層24のメッキ下地層71を形成した後、この上にレジスト層60を形成している。

【0168】次に前記レジスト層60に露光現像により主磁極層24形成のための抜きパターン60aを形成する。その後、熱処理を施し、前記レジスト層60の内側端面にだれを生じさせる（点線を参照）。これにより前記抜きパターン60aの内側端面は、下面から上面にかけてトラック幅方向（図示X方向）の幅寸法が広がる傾

【図13】図2の平面図、
 【図14】図3の平面図、
 【図15】図4の平面図、
 【図16】図4の別の平面図、
 【図17】図5の平面図、
 【図18】図6の平面図、
 【図19】本発明における垂直磁気記録ヘッドの製造方法を示す一工程図、
 【図20】図19に示す工程の次に行なわれる一工程図、
 【図21】図20に示す工程の次に行なわれる一工程図、
 【図22】図21に示す工程の次に行なわれ、図1に示す垂直磁気記録ヘッドの製造方法を示す一工程図、
 【図23】図22に示す工程の次に行なわれる一工程図、
 【図24】図21に示す工程の次に行なわれ、図2に示す垂直磁気記録ヘッドの製造方法を示す一工程図、
 【図25】図24に示す工程の次に行なわれる一工程図、
 【図26】図21に示す工程の次に行なわれ、図3に示す垂直磁気記録ヘッドの製造方法を示す一工程図、
 【図27】図26に示す工程の次に行なわれる一工程図、
 【図28】図27に示す工程の次に行なわれる一工程図、
 【図29】図21に示す工程の次に行なわれ、図5に示す垂直磁気記録ヘッドの製造方法を示す一工程図、
 【図30】図29に示す工程の次に行なわれる一工程図、
 【図31】図30に示す工程の次に行なわれる一工程図、
 【図32】図31に示す工程の次に行なわれる一工程図、

【図7】

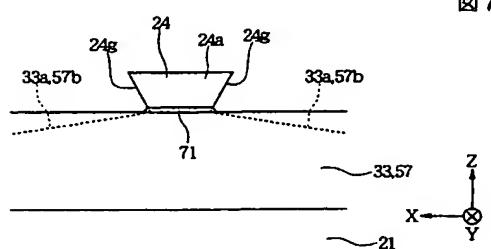


図7

【図8】

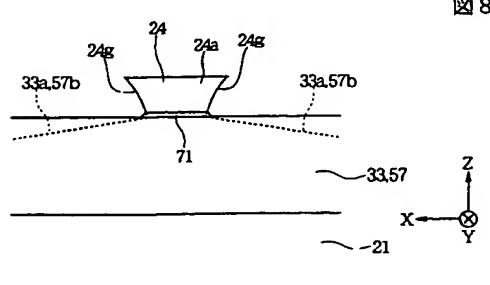


図8

30 【図33】図21に示す工程の次に行なわれ、図6に示す垂直磁気記録ヘッドの製造方法を示す一工程図、
 【図34】図33に示す工程の次に行なわれる一工程図、
 【図35】主磁極層の前端面の形成方法を示す一工程図、
 【図36】図35に示す工程の次にお壞れる一工程図、
 【図37】図36に示す工程の次に行なわれる一工程図、
 10 【図38】従来の垂直磁気記録ヘッドの構造を示す縦断面図、
 【図39】従来における磁気ヘッドにスキューア角が発生した状態を示す説明図、
 【符号の説明】
 H 垂直磁気記録ヘッド
 H 1 a 対向面
 M 記録媒体
 M a ハード面
 M b ソフト面
 20 1 1 スライダ
 2 1 補助磁極層
 2 4 主磁極層
 2 5 接続層
 2 7 コイル層
 3 3 絶縁層
 3 5 ヨーク層
 5 6 第2の絶縁層
 5 7 第4の絶縁層
 5 8 第3の絶縁層
 30 6 0, 6 1, 6 2, 6 3, 6 4, 6 5, 6 6, 6 7, 6 8, 7 0 レジスト層
 6 9 磁性材料層
 7 1 メッキ下地層

【図1】

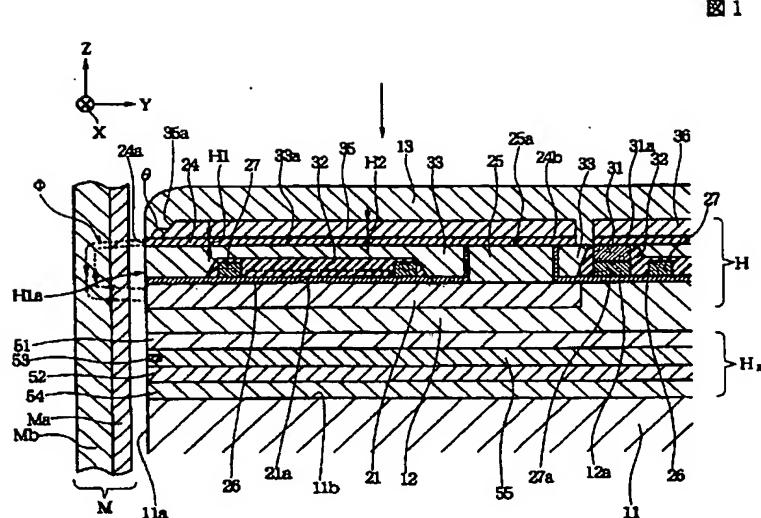


図1

【図9】

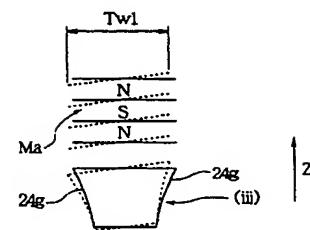


図9

【図2】

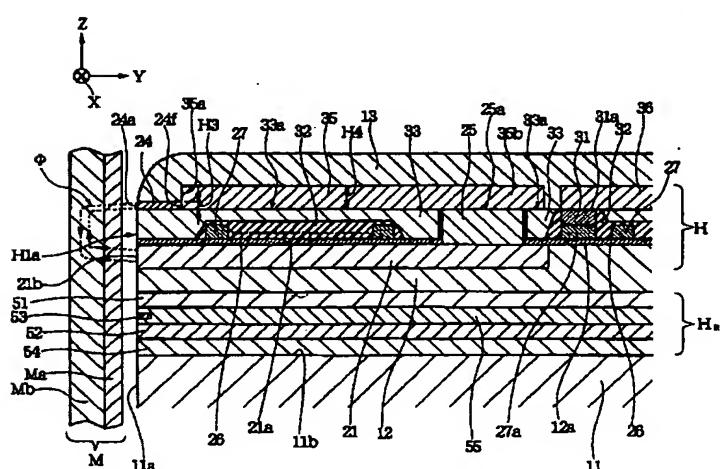


図2

【図10】

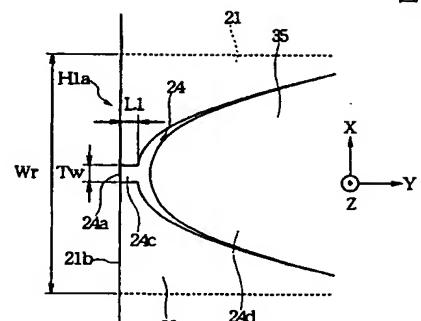


図10

【図11】

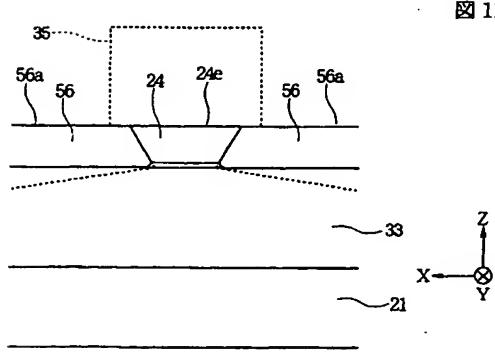


図11

【図12】

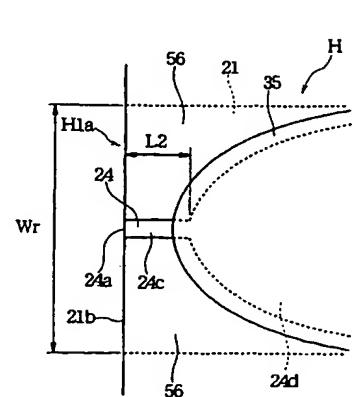
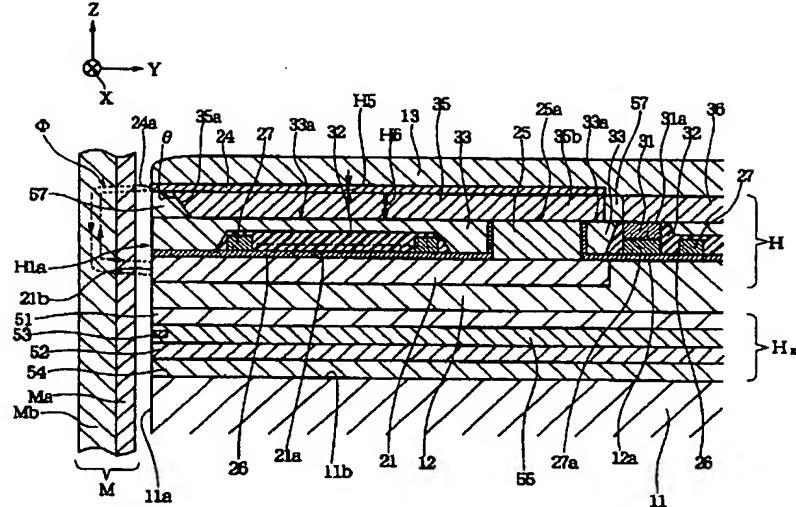
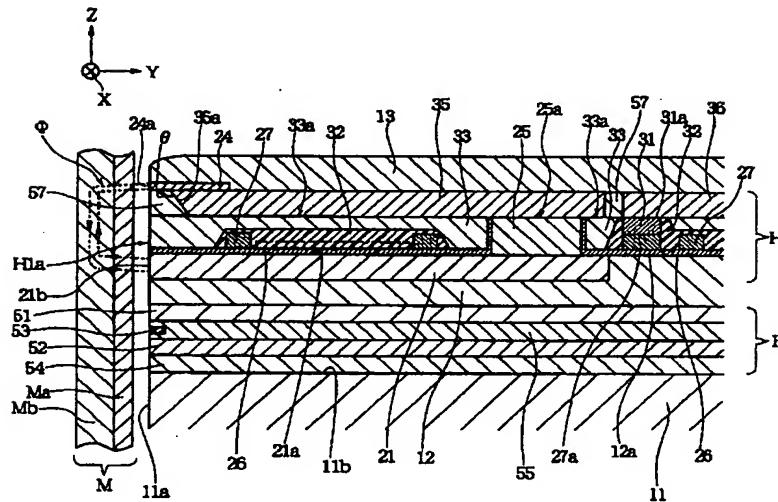


図12

【図3】



【図4】



【図15】

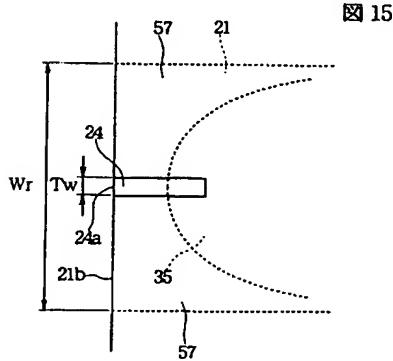


図15

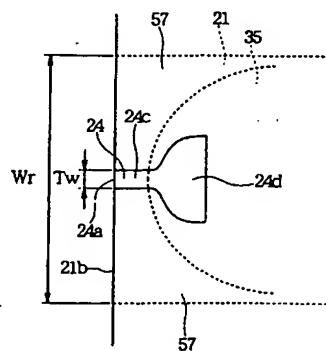


図16

【図13】

図3

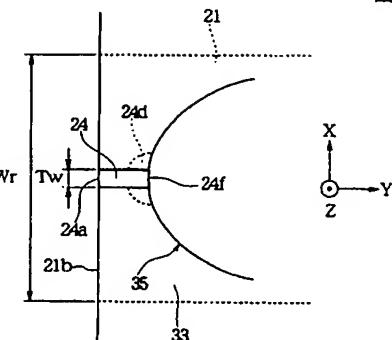


図13

【図14】

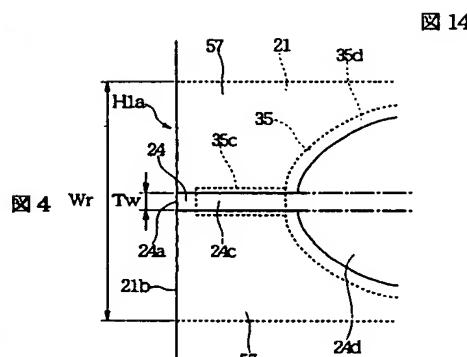


図14

【図17】

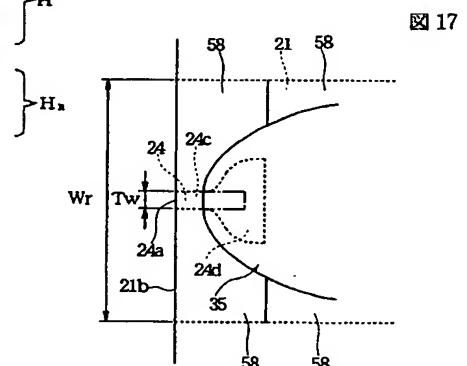


図17

【図21】

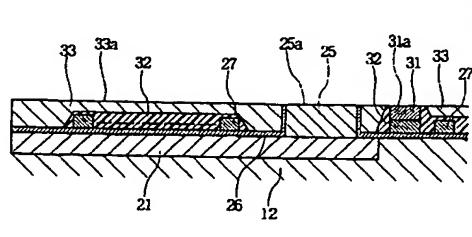
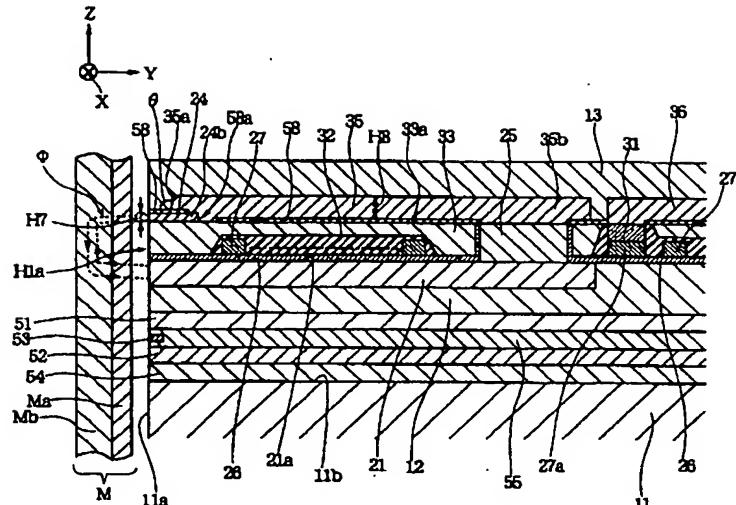
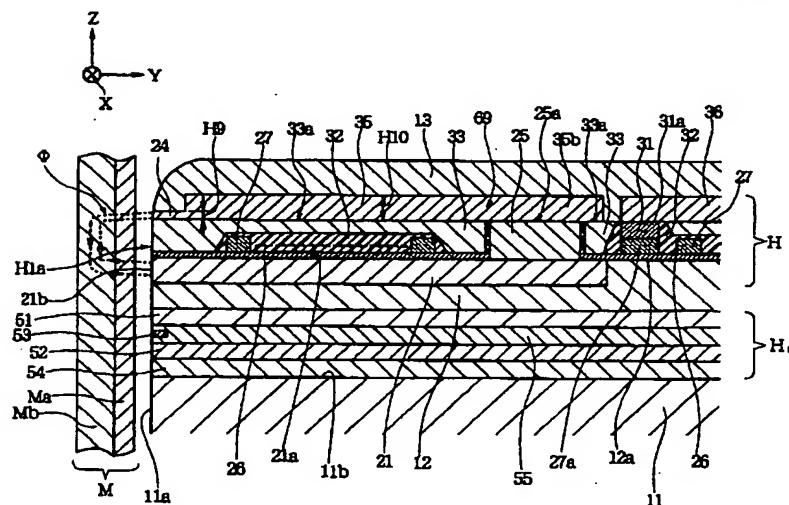


図21

【図5】



【図6】



【図19】

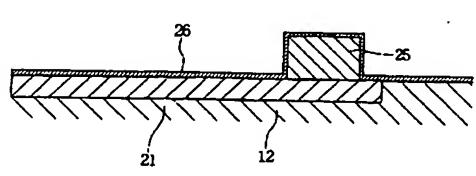


図19



【図20】

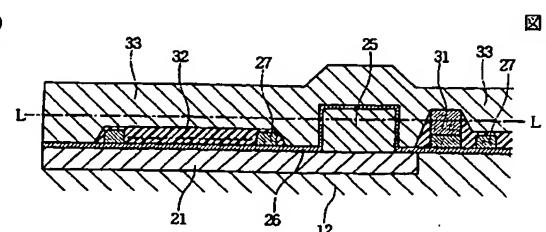


図20

図5

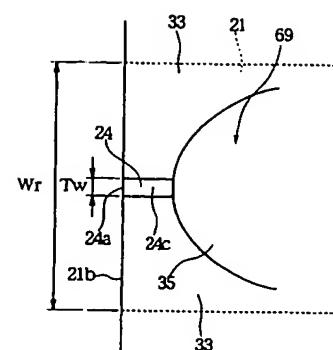


図18

【図30】

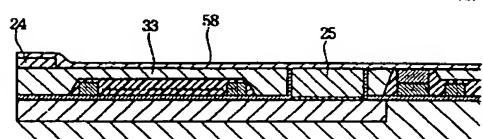


図30

図6

【図31】

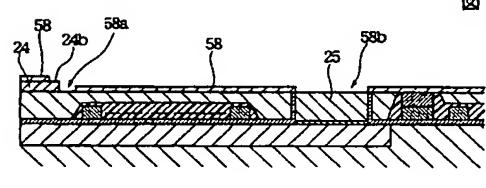
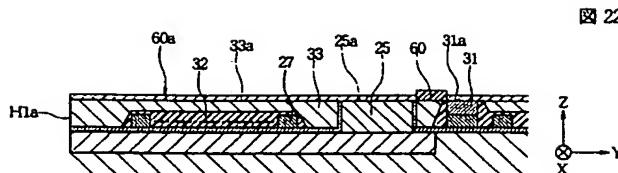
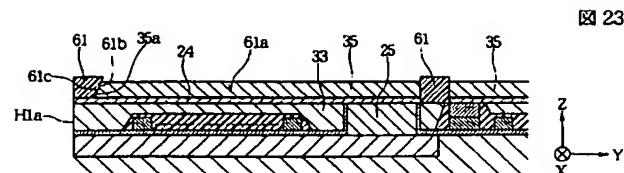


図31

【図22】



【図23】



【図24】

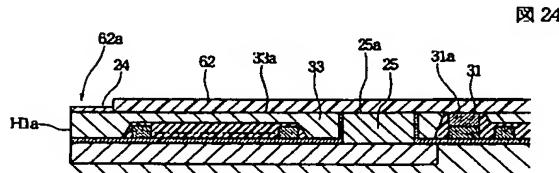


図24

【図25】

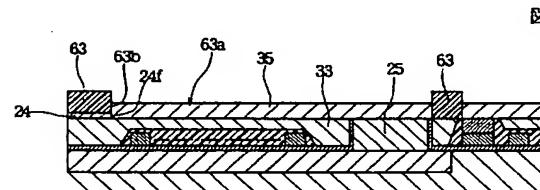


図25

【図26】

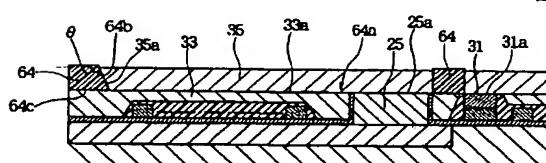


図26

【図27】

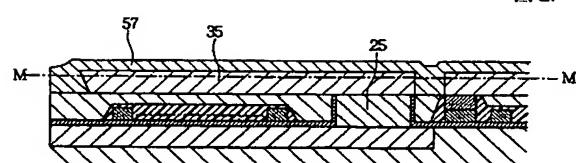


図27

【図28】

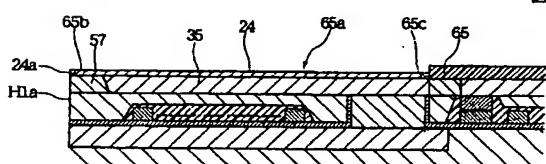


図28

【図29】

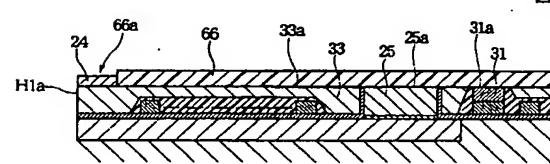


図29

【図32】

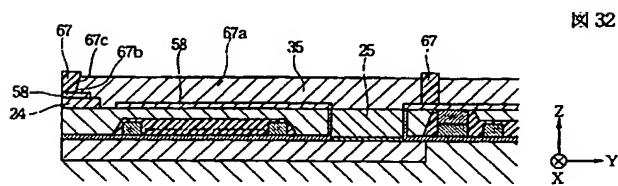


図32

【図33】

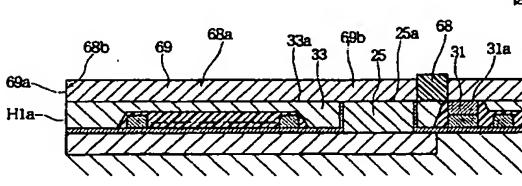


図33

【図34】

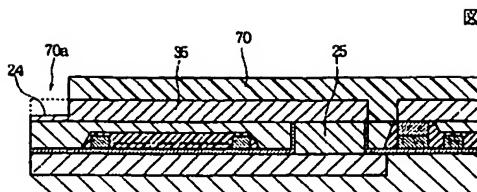


図34

【図35】

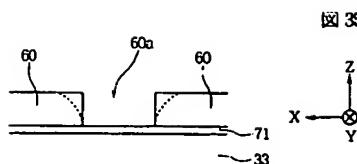


図35

【図36】

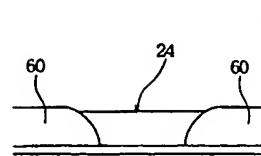


図36

【図37】

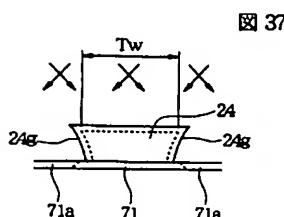


図37

【図38】

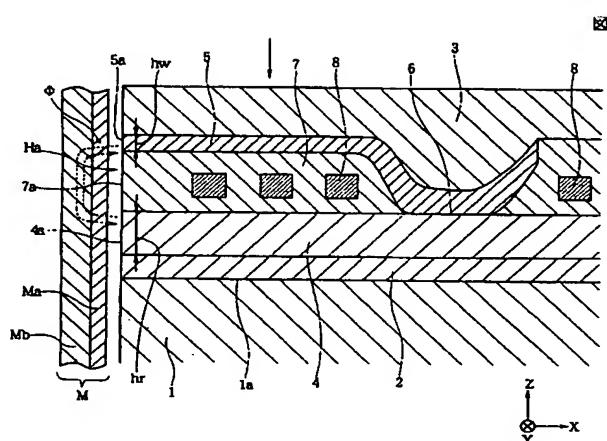
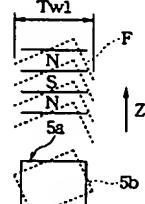


図38

図39



【手続補正書】

【提出日】平成14年2月15日(2002.2.1)

5)

【手続補正1】

【補正対象書類名】図面

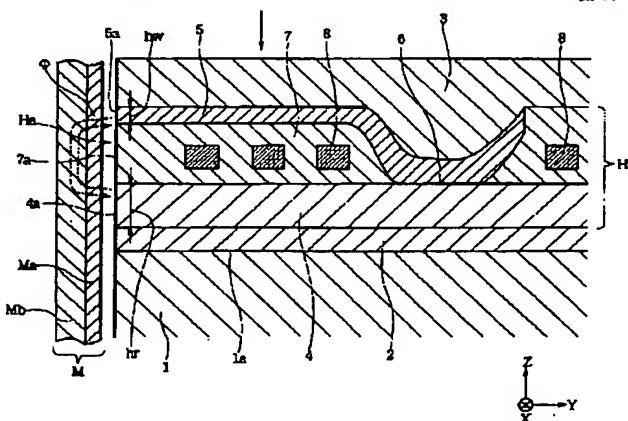
【補正対象項目名】図38

【補正方法】変更

【補正内容】

【図38】

図38



フロントページの続き

(72)発明者 牛脇 英紀
東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプ
ス電気株式会社内

(72)発明者 小林 潔
東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプ
ス電気株式会社内

(72)発明者 山田 稔
東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプ
ス電気株式会社内

(72)発明者 佐藤 清
東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプ
ス電気株式会社内

(72)発明者 渡辺 利徳
東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプ
ス電気株式会社内

F ターム(参考) 5D033 AA05 BA08 BA12 CA01 CA02
DA04 DA07 DA08 DA31
5D111 AA08 AA11 AA24 BB09 BB16
GG14 GG16 JJ07 KK04

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.